



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2005 045 073 A1 2007.03.22

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2005 045 073.3

(22) Anmeldetag: 21.09.2005

(43) Offenlegungstag: 22.03.2007

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **A61B 19/00** (2006.01)

**A61B 5/0402** (2006.01)

**A61B 5/0452** (2006.01)

**A61B 8/12** (2006.01)

**A61B 8/13** (2006.01)

**A61B 17/94** (2006.01)

**A61B 6/03** (2006.01)

(71) Anmelder:

Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:

Boese, Jan, Dr., 90542 Eckental, DE; Rahn,  
Norbert, 91301 Forchheim, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE10 2004 048209 B3

DE 103 40 544 A1

DE 103 22 739 A1

DE 102 10 645 A1

US2005/00 90 743 A1

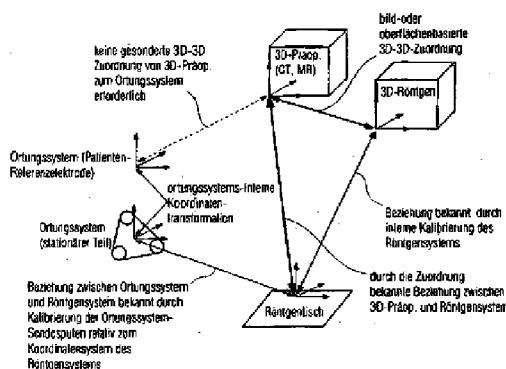
EP 15 04 713 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum visuellen Unterstützen einer invasiven Untersuchung oder Behandlung des Herzens mit Hilfe eines invasiven Instruments**

(57) Zusammenfassung: Bisher werden zur visuellen Unterstützung einer Katheter-Ablation im Herzen vor dem Eingriff dreidimensionale Bilddaten aufgenommen. Während der Ablation wird die Lage des Katheters mit Hilfe eines Ortungssystems geortet. Das Ortungssystem dient auch dazu, elektroanatomische 3-D-Mapping-Daten aufzunehmen. Bisher müssen in einem zeitaufwändigen Schritt die zweidimensionalen Bilddaten lage- und dimensionsrichtig den 3-D-Mapping-Daten zugeordnet werden. Damit dieser Schritt entfallen kann, wird erfindungsgemäß ein 3-D-Röntgen-Bilddatensatz aufgenommen. Hierbei ist das Ortungssystem ortsfest zu dem Röntgensystem. Durch diese Maßnahme entfällt eine lage- und dimensionsrichtige Zuordnung von dem Röntgen-Bilddatensatz zu den 3-D-Mapping-Daten. Eine bild- oder oberflächenbasierte 3-D-3-D-Zuordnung der vor dem Eingriff aufgenommenen dreidimensionalen Daten zu den dreidimensionalen Röntgen-Bilddaten ist wesentlich weniger zeitaufwändig als die Zuordnung zu den 3-D-Mapping-Daten und ist auch zuverlässiger, weil in den dreidimensionalen Röntgen-Bilddaten mehr Strukturen zu erkennen sind.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum visuellen Unterstützen einer invasiven Untersuchung oder Behandlung des Herzens mit Hilfe eines invasiven Instruments.

**Stand der Technik**

**[0002]** Es geht hierbei hauptsächlich um Behandlungen nach Art einer Ablation mit Hilfe eines Ablations-Katheters. Beispielsweise werden zur Behandlung des Vorhof-Flimmerns am Herzen die Pulmonalvenen vom Vorhof durch ringförmige Ablationen um die Pulmonalvenen herum elektrisch isoliert. Die Prozedur zur Durchführung der ringförmigen Ablation ist sehr komplex.

**[0003]** Arrhythmien bei der Bewegung der Herzkammer (Kammerflimmern) können durch Narbengewebe im Herzmuskel entstehen. Dieses Narbengewebe bildet sich beispielsweise infolge eines Infarkts aus. Eine zielgenaue Ablation an dem Narbengewebe kann das Kammerflimmern unterdrücken. Auch hierbei ist die Ablation sehr schwer durchzuführen, weil das Erfordernis der Zielgenauigkeit besteht.

**[0004]** Bisher werden zum visuellen Unterstützen einer invasiven Behandlung des Herzens mit Hilfe eines Ablations-Katheters zweierlei Arten von Bilddaten verwendet:

Zum einen werden dreidimensionale Bilddaten verwendet, welche vor dem eigentlichen Eingriff aufgenommen werden. In den dreidimensionalen Bilddaten sind die zu ablatierenden Areale zu erkennen. Problematisch ist die Zuordnung von den dreidimensionalen Bilddaten zu der Lage des Ablations-Katheters.

**[0005]** An dem Ablations-Katheter vorgesehen, gegebenenfalls unter Zuhilfenahme eines weiteren Katheters, sind üblicherweise Ortungssysteme wie beispielsweise das CARTO-System von Biosense Webster. Mit Hilfe dieser Systeme lassen sich elektroanatomische Maps erzeugen, welche im Wesentlichen eine bildliche Darstellung von elektrophysiologischen Signalen des Herzens in Abhängigkeit von der Lage eines Signalaufnehmers sind.

**[0006]** Auch die Maps können bei der Ablation nutzbringend eingesetzt werden.

**[0007]** Um die vor der Behandlung aufgenommenen dreidimensionalen Bilddaten und die Maps gleichzeitig nutzen zu können, kann man eine Registrierung von dreidimensionalen Bilddaten mit elektroanatomischen Maps durchführen. Unter „Registrierung“ wird hier verstanden, dass die elektronischen anatomischen 3D-Mapping-Daten den 3D-Bilddaten lage- und dimensionsrichtig zugeordnet werden, d. h. dass die

Koordinatensysteme gekoppelt werden. Dies ist beispielsweise in der DE 103 405 44 A1 beschrieben.

**[0008]** Das lage- und dimensionsrichtige Zuordnen der 3D-Daten zueinander ist jedoch sehr zeitaufwändig.

**Aufgabenstellung**

**[0009]** Es ist Aufgabe der Erfindung, einen zeitaufwändigen Registrierungsprozess zumindest in einem ersten Schritt zu umgehen.

**[0010]** Zur Lösung der Aufgabe werden ein Verfahren nach Patentanspruch 1 und ein Verfahren nach Patentanspruch 8 bereitgestellt.

**[0011]** Den Verfahren nach Patentanspruch 1 und nach Patentanspruch 8 ist gemeinsam, dass dreidimensionale Bilddaten aufgenommen werden, deren Koordinaten relativ zu einem Ortungssystem bereits a priori bekannt sind. Bei Verwendung eines Röntgensystems werden die Senderspulen des Ortungssystems ortsfest an dem Röntgensystem befestigt. Bei Verwendung eines Ultraschallbildgebungssystems werden dieselben Senderspulen auch zur Ortung des Ultraschalltransducers verwendet oder zumindest solche Senderspulen, welche ortsfest zu den anderen Senderspulen sind. Wegen der a-priori-Kenntnis der Koordinaten der mittels des Röntgensystems oder des Ultraschallbildgebungssystems aufgenommenen Daten können die Koordinaten des invasiven Instruments mit Hilfe des Ortungssystems bestimmt werden und dann in dem dreidimensionalen Bilddatensatz (dem Röntgen-Bilddatensatz oder dem Ultraschall-Bilddatensatz) unter Einblendung einer vorzugsweise symbolischen Darstellung des invasiven Instruments oder aus Sicht des invasiven Instruments visualisiert werden.

**[0012]** Gemäß einer ersten Alternative umfasst also das erfindungsgemäße Verfahren zum visuellen Unterstützen einer invasiven Unterstützung oder Untersuchung des Herzens mit Hilfe eines Instruments die Schritte, dass:

- a) ein Röntgensystem bereitgestellt wird, mit Hilfe dessen dreidimensionale Röntgen-Bilddaten des Herzens gewonnen werden können,
- b) ortsfest zu dem Röntgensystem ein Ortungssystem bereitgestellt wird, das vermittelt eines an dem Röntgensystem befestigten Senders, welcher Funkstrahlung aussendet, und mittels eines an dem invasiven Instruments befestigten Empfängers die Lage des Instruments relativ zu dem Sender und damit relativ zu dem Röntgensystem erfassen kann,
- c) ein dreidimensionaler Röntgen-Bilddatensatz des Herzens mit Hilfe des Röntgensystems erzeugt wird,
- d) die Koordinaten des invasiven Instruments mit

Hilfe des Ortungssystems bestimmt werden und e) eine Visualisierung des dreidimensionalen Röntgen-Bilddatensatzes unter Einblendung einer (vorzugsweise symbolischen) Darstellung des invasiven Instruments oder aus Sicht des invasiven Instruments auf einem Bildschirm erfolgt.

**[0013]** Vorzugsweise können während der Untersuchung oder Behandlung die Schritte d) und e) wiederholt werden, d. h. die Visualisierung wird dem invasiven Instrument (dem Ablations-Katheter) nachgeführt. Dadurch profitiert der Arzt maximal von der Visualisierung bei Durchführung der Behandlung.

**[0014]** Auch der Schritt c) kann bei Bedarf wiederholt werden, um die dreidimensionale Darstellung des Herzens zu aktualisieren.

**[0015]** Die Erfindung profitiert davon, dass neuartige Techniken die dreidimensionale Abbildung des Herzens ermöglichen, wie dies beispielsweise in der DE 10 2004 048 209 B3 beschrieben ist.

**[0016]** Hierbei wird der dreidimensionale Röntgen-Bilddatensatz unter Einsatz von EKG-Gating aufgenommen. Beim EKG-Gating wird zeitlich zur Aufnahme der Röntgenbilder ein EKG aufgenommen. Es wird ermittelt, bei welcher Herzzyklus-Phase welches Röntgenbild aufgenommen wird. Die Röntgenbilder werden dann bestimmten Herzzyklus-Phasen zugeordnet, wobei gegebenenfalls die einzelnen Röntgenbilder rechnerisch korrigiert werden können, um eine Abbildung auf eine andere Herzzyklus-Phase zu ermöglichen.

**[0017]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der dreidimensionale Röntgen-Bilddatensatz einer bestimmten Herzzyklus-Phase zugeordnet, und mit Hilfe des Röntgensystems wird ein weiterer dreidimensionaler Röntgen-Bilddatensatz erzeugt, der einer anderen Herzzyklus-Phase zugeordnet ist. Es erfolgt dann jeweils eine Visualisierung, wobei die Visualisierungen vorzugsweise durch räumliche oder zeitliche Verkopplung eine einheitliche Darstellung der Daten bieten. Es kann beispielsweise auf mehreren Bildschirmen nebeneinander jeweils eine zweidimensionale Visualisierung eines Bilddatensatzes erfolgen, der pro Bildschirm einer bestimmten Herzzyklus-Phase entspricht. Insbesondere bei „Endoscopic-View“-Darstellungen des dreidimensionalen Bilddatensatzes bietet sich auch an, auf dem Bildschirm verschiedene Bilder, welche verschiedenen Herzzyklus-Phasen zugeordnet sind, zeitlich nacheinander darzustellen (z.B. oszillierende Darstellung).

**[0018]** Die Erfindung nimmt, um zu vermeiden, dass vor der Behandlung aufgenommene Bilddaten mit 3D-Mapping-Daten registriert werden müssen, die dreidimensionalen Röntgen-Bilddaten auf. Dies steht

jedoch nicht einer Ausführungsform entgegen, bei der vor der Untersuchung oder Behandlung mittels eines von dem Röntgensystem verschiedenen bildgebenden Systems (z. B. eines Computertomographie-(CT-)Systems, eines Kernspinabbildungs-(MRI-)Systems, eines Ultraschall-Systems, eines Positronenemissionstomographie-(PET-) oder eines Single-Positron-Emissions-Computer-Tomographie-(SPELT-)Systems) ein dreidimensionaler Präoperativ-Bilddatensatz aufgenommen wird. Dieser Präoperativ-Bilddatensatz kann dem Röntgen-Bilddatensatz lage- und dimensionsrichtig zugeordnet werden (also mit ihm registriert werden), wodurch die geortete Lage des Instruments als Koordinate in dem Präoperativ-Bilddatensatz bereitgestellt wird. Anstatt der Visualisierung des Röntgen-Bilddatensatzes oder ergänzend zu ihr oder auch mit der Visualisierung des Röntgen-Bilddatensatzes überlagert kann eine Visualisierung des Präoperativ-Bilddatensatzes unter Einblendung einer vorzugsweise symbolischen Darstellung des invasiven Instruments oder aus Sicht des invasiven Instruments (z. B. „Endoscopic View“) auf einem Bildschirm erfolgen. Bei dieser Ausführungsform wird also der Präoperativ-Bilddatensatz nicht lage- und dimensionsrichtig einem Mapping-Bilddatensatz zugeordnet, sondern dem Röntgen-Bilddatensatz. Aufgrund von Ähnlichkeiten in den Abbildungen ist dies ein wesentlich einfacherer Schritt als die entsprechende Zuordnung zu einem Mapping.

**[0019]** Auch der Präoperativ-Bilddatensatz kann unter Einsatz von EKG-Gating aufgenommen werden, wobei der Röntgen-Bilddatensatz und der Präoperativ-Bilddatensatz bevorzugt derselben Herzzyklus-Phase zugeordnet sein sollen. Dann sind die Bilder leichter einander zuordenbar.

**[0020]** Da sowohl der Röntgen-Bilddatensatz als auch der Präoperativ-Bilddatensatz nach der lage- und dimensionsrichtigen Zuordnung zu dem Röntgen-Bilddatensatz in bekannter Beziehung zu dem Ortungssystem sind, kann man bei der Visualisierung auch die Mapping-Abbildung einbeziehen. Dies bedeutet, dass an dem invasiven Instrument eine Messeinrichtung zum elektrophysiologischen Erfassen von Herzsignalen vorgesehen ist, wobei sie die Herzsignale unter Verwendung des Ortungssystems zur elektroanatomischen Maps zusammensetzen lassen mit Koordinaten, welche dem Ortungssystem und damit dem Röntgensystem fest zugeordnet sind, wobei diese Maps der jeweiligen Visualisierung (also der Visualisierung des Röntgen-Bilddatensatzes oder des Präoperativ-Bilddatensatzes oder einer Überlagerung von beiden) überlagert oder überblendet dargestellt werden.

**[0021]** Bei der hier mehrmals erwähnten Überlagerung von Bildern werden Überlagerungstechniken gemäß dem Stand der Technik verwendet. Insbesondere

dere kann eine Überlagerung so stattfinden, dass ein Benutzer über eine Benutzereingabe zwischen zwei Darstellungsformen wechseln kann, wobei die eine Darstellungsform eher auf dem ersten überlagerten Bild beruht und die andere Darstellungsform auf dem zweiten überlagerten Bild.

#### Ausführungsbeispiel

**[0022]** Es wird nun eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung unter Bezug auf die Zeichnung beschrieben, in der die:

**[0023]** FIG die räumlichen Beziehungen zwischen den Koordinatensystemen bei der Bildaufnahme mit verschiedenen bildgebenden Verfahren veranschaulicht.

**[0024]** Die FIG veranschaulicht drei verschiedene Systeme zum Gewinnen von Informationen zur Unterstützung einer Behandlung des Herzens, wie etwa einer Ablation. Vor der eigentlichen Behandlung wird mittels Computertomographie (CT) oder Kernspin (MR) ein dreidimensionaler Bilddatensatz „3D Präop.“ aufgenommen. Das Koordinatensystem ist zunächst unkorreliert mit anderen Koordinatensystemen. Ferner wird vor oder bei der Behandlung ein dreidimensionaler Röntgen-Bilddatensatz des Herzens mit einer Technik aufgenommen, wie sie in der deutschen Anmeldung mit der Nummer 10 2004 048209.8 beschrieben ist. Die Beziehung zwischen dem Koordinatensystem des dreidimensionalen Röntgen-Bilddatensatzes „3D-Röntgen“ zu einem Röntgentisch, auf dem sich der Patient befindet, ist durch die interne Kalibrierung des Röntgensystems bekannt. Die Behandlung des Herzens erfolgt insbesondere mit Hilfe eines Katheters, zum Beispiels eines Ablations-Katheters. Zur Ortung der Lage des Katheters steht ein Ortungssystem zur Verfügung. Das Ortungssystem umfasst einen stationären Teil, nämlich Sendespulen, welche ortsfest zum Röntgentisch angeordnet sind, sowie einen Empfänger an einer Patienten-Referenzelektrode auf dem Katheter. Mit anderen Worten ist die Beziehung zwischen Ortungssystem und Röntgensystem bekannt durch Kalibrierung der Ortungssystem-Sendespulen relativ zum Koordinatensystem des Röntgensystems. Innerhalb des Ortungssystems findet eine interne Koordinatentransformation vom Sender zum Empfänger statt. Mit Hilfe des beweglichen Teils des Ortungssystems lassen sich 3D-Mapping-Darstellungen erzeugen. Diese basieren auf elektrophysiologischen Messungen durch die Patienten-Referenzelektrode, die dem georteten Ort der Elektrode in der Mapping-Darstellung zugeordnet werden.

**[0025]** Es erfolgt nun als einziger notwendiger Zuordnungsschritt eine bild- oder oberflächenbasierte 3D-3D-Zuordnung (Registrierung) der 3D-Präop.-Daten zu den 3D-Röntgen-Daten. Im Rahmen dieser

Zuordnung werden Ähnlichkeitsmaße verwendet, um festzustellen, wie die Koordinatensysteme von „3D-Präop.“ und „3D-Röntgen“ aufeinander abzubilden sind.

**[0026]** Ist diese Zuordnung einmal erfolgt, ist keine gesonderte 3D-3D-Zuordnung von 3D-Präop. zum Ortungssystem erforderlich (siehe gestrichelten Pfeil). Dadurch, dass die Beziehung zwischen dem Koordinatensystem von 3D-Röntgen zum Röntgentisch und vom Ortungssystem zum Röntgentisch jeweils bekannt ist, ist durch die Zuordnung von 3D-Präop. zu 3D-Röntgen auch die Beziehung von 3D-Präop. zum Röntgentisch und damit zum Ortungssystem bekannt.

**[0027]** Die Erfindung beruht darauf, dass ein dreidimensionaler Röntgen-Bilddatensatz 3D-Röntgen aufgenommen wird, dessen Beziehung ortsfest zum Ortungssystem ist, wobei es die 3D-Röntgen-Bilddaten erlauben, die Zuordnung zu den präoperativ aufgenommenen Daten 3D-Präop. relativ einfach durchzuführen, weil entsprechende Strukturen auf den Bildern zu erkennen sind, so dass eine zeitaufwändige Zuordnung von präoperativen Daten 3D-Präop. zum Ortungssystem wie im Stand der Technik entfallen kann.

**[0028]** Dadurch, dass die Beziehungen zwischen den beiden dreidimensionalen Bilddatensätzen 3D-Präop., 3D-Röntgen und schließlich auch zum Ortungssystem, also zu 3D-Mapping-Daten bekannt sind, lassen sich die beiden Bilddatensätze und die Mapping-Daten in beliebigen Kombinationen auf einem Röntgenbild gemeinsam visualisieren. So ist es möglich, den georteten Katheter entweder in die dreidimensionalen Röntgen-Bilddaten oder in die dreidimensional präoperativ aufgenommenen Daten einzublenden. Es ist auch möglich die Mapping-Daten mit den anderen Bilddaten überlagert darzustellen. Die überlagerte Darstellung kann beispielsweise so sein, dass die präoperativ aufgenommenen Daten angezeigt werden und in ihnen die Position des Ablations-Katheters dargestellt wird. Durch Betätigung der Maus oder einer Taste kann die Darstellung zur Darstellung der 3D-Mapping-Daten wechseln.

**[0029]** Dem Operator, der den Ablations-Katheter bedient, steht somit eine große Vielfalt von Darstellungsmöglichkeiten zur Verfügung, wobei wesentlich ist, dass er einerseits Bilddaten hat und andererseits durch das Ortungssystem die Lage des Katheters zur Verfügung hat. Er kann sich somit während der Operation in den Bilddaten orientieren, wo er sich befindet. Durch das Ortungssystem wird regelmäßig die neue aktuelle Position des Ablations-Katheters ermittelt. Die Visualisierung wird entsprechend nachgeführt, d. h. während des Einführens des Ablations-Katheters wandert auch die Darstellung der dreidimensionalen Bilddaten, so dass sich der behandelnde Arzt

gewissermaßen in einer virtuellen Welt orientieren kann, um die Ablation möglichst zielgenau durchzuführen. Dies ist sowohl bei Behandlungen des Vorhof-Flimmerns, bei denen die Pulmonalvenen an genau bestimmten Stellen ablatiert werden müssen, als auch beim Behandeln des Kammerflimmerns, bei dem in der Nähe von Narbengewebe oder entlang des Narbengewebes ablatiert werden muss, von Nutzen. In letzterem Falle kann der Bilddatensatz 3D-Präop. in geschickter Weise so ausgewählt sein, dass die Narben abgebildet sind. Die Narben müssen nicht unbedingt in dem 3D-Röntgenbild sichtbar sein, weil die bild- oder oberflächenbasierte 3D-3D-Zuordnung auch so ausreichend präzise ist. Die Narben können auf einem Bildschirm visualisiert werden und der Katheter kann zielgenau geführt werden.

[0030] Die Erfindung ermöglicht so eine bisher noch nicht gekannte Präzision bei bestimmten Ablationsvorgängen.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum visuellen Unterstützen einer invasiven Untersuchung oder Behandlung des Herzens mit Hilfe eines invasiven Instruments, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- a) ein Röntgensystem bereitgestellt wird, mit Hilfe dessen dreidimensionale Röntgen-Bilddaten des Herzens gewonnen werden können,
- b) ortsfest zu dem Röntgensystem ein Ortungssystem für das invasive Instrument bereitgestellt wird, das mittels mindestens eines an dem Röntgensystem befestigten Senders, welcher Funkstrahlung aussendet, und mindestens eines an dem invasiven Instrument befestigten Empfängers die Lage des Instruments relativ zu dem Sender und damit relativ zu dem Röntgensystem erfassen kann,
- c) ein dreidimensionaler Röntgen-Bilddatensatz des Herzens mit Hilfe des Röntgensystems erzeugt wird,
- d) die Koordinaten des invasiven Instruments mit Hilfe des Ortungssystems bestimmt werden,
- e) eine Visualisierung des dreidimensionalen Röntgen-Bilddatensatzes unter Einblendung einer vorzugsweise symbolischen Darstellung des invasiven Instruments oder aus Sicht des invasiven Instruments auf einem Bildschirm erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass während der Untersuchung oder Behandlung die Schritte d) und e) wiederholt werden, oder dass Schritt c) wiederholt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der dreidimensionale Röntgen-Bilddatensatz unter Einsatz von EKG-Gating aufgenommen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der dreidimensionale Röntgen-Bilddaten-

satzen einer bestimmten Herzzyklus-Phase zugeordnet ist, und dass mit Hilfe des Röntgensystems ein weiterer dreidimensionaler Röntgen-Bilddatensatz erzeugt wird, der einer anderen Herzzyklus-Phase zugeordnet ist, und dass jeweils eine Visualisierung erfolgt, wobei die Visualisierungen vorzugsweise durch räumliche oder zeitliche Verkopplung eine einheitliche Darstellung der Daten bieten.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- vor der Untersuchung oder Behandlung mittels eines von dem Röntgensystem verschiedenen bildgebenden Systems, insbesondere eines CT-, MRI-, Ultraschall-, PET- oder SPECT-Systems ein dreidimensionaler Präoperativ-Bilddatensatz aufgenommen wird,
- dieser Präoperativ-Bilddatensatz dem Röntgen-Bilddatensatz lage- und dimensionsrichtig zugeordnet wird, wodurch die geortete Lage des Instruments als Koordinate in dem Präoperativ-Bilddatensatz bereitgestellt wird,
- anstatt der Visualisierung des Röntgen-Bilddatensatzes oder ergänzend zu ihr oder mit der Visualisierung des Röntgen-Bilddatensatzes überlagert, eine Visualisierung des Präoperativ-Bilddatensatzes unter Einblendung einer vorzugsweise symbolischen Darstellung des invasiven Instruments oder aus Sicht des invasiven Instruments auf einem Bildschirm erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 5 unter Rückbezug auf Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Präoperativ-Bilddatensatz ebenfalls unter Einsatz von EKG-Gating aufgenommen wird, und dass der Röntgen-Bilddatensatz und der Präoperativ-Bilddatensatz derselben Herzzyklus-Phase zugeordnet sind.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass an dem invasiven Instrument eine Messeinrichtung zum elektrophysiologischen Erfassen von Herzsignalen vorgesehen ist, wobei sich die Herzsignale unter Verwendung des Ortungssystems zu elektroanatomischen Maps zusammensetzen lassen, welche dem Ortungssystem und damit dem Röntgensystem zugeordnet sind, und dass die Maps der jeweiligen Visualisierung überlagert oder überblendet dargestellt werden.

8. Verfahren zum visuellen Unterstützen einer invasiven Untersuchung oder Behandlung des Herzens mit Hilfe eines invasiven Instruments, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- a) ein Ultraschallbildgebungssystem zur Gewinnung von dreidimensionalen Ultraschall-Bilddaten bereitgestellt wird, das einen in dem Körper des Patienten einführbaren Ultraschalltransducer umfasst, der

zweidimensionale Bilddaten bereitstellt, wobei sich an dem Ultraschalltransducer ein Funkempfänger zum Ermitteln der Position des Ultraschalltransducer befindet, der Funksignale eines Funksenders empfängt und so Informationen betreffend die dritte Dimension der dreidimensionalen Ultraschall-Bilddaten gewinnt,

b) ein Ortungssystem bereitgestellt wird, das den Funksender des Ultraschallgebungssystems oder einen weiteren ortfest zu diesem Sender befindlichen Funksender umfasst, sowie ein an dem invasiven Instrument befestigten Empfänger derart, dass das Ortungssystem die Koordinaten des invasiven Instruments relativ zu den Ultraschallbildkoordinaten erfassen kann,

c) zunächst der Ultraschalltransducer in den Körper eingeführt wird und ein dreidimensionaler Ultraschallbilddatensatz erzeugt wird,

d) anschließend die Untersuchung oder Behandlung durchgeführt und das invasive Instrumente in den Körper der Patienten eingeführt wird, und hierbei die Koordinaten des invasiven Instruments mit Hilfe des Ortungssystems bestimmt werden,

e) eine Visualisierung des dreidimensionalen Ultraschall-Bilddatensatzes und der Einblendung einer Darstellung des invasiven Instruments oder aus Sicht des invasiven Instruments auf einem Bildschirm erfolgt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass an dem invasiven Instrument eine Messeinrichtung zum elektrophysiologischen Erfassen von Herzsignalen vorgesehen ist, wobei sich die Herzsignale unter Verwendung des Ortungssystems zu elektroanatomischen Maps zusammensetzen lassen mit Koordinaten, welche dem Ortungssystem und damit dem Röntgensystem fest zugeordnet sind, und dass die Maps der Visualisierung überlagert oder überblendet dargestellt werden.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

